

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 271 581**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 75 15232**

(54) Installation de détection et de localisation d'un composant dans le noyau d'un réacteur nucléaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). G 01 S 9/66; G 21 C 17/00.

(22) Date de dépôt ..... 15 mai 1975, à 15 h 47 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en République Fédérale d'Allemagne le 16 mai 1974, n. P 24 23 781.8 au nom de la demanderesse.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 50 du 12-12-1975.

(71) Déposant : Société dite : GESELLSCHAFT FUR KERNFORSCHUNG M.B.H., résidant en République Fédérale d'Allemagne.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Bert, de Keravenant & Herrburger, 115, boulevard Haussmann, Paris (8).

La présente invention concerne une installation de détection et de localisation d'un composant qui vient en saillie dans un volume rempli au moins partiellement (zone de localisation) par un milieu liquide et opaque à une température de quelques centaines de degré Celsius, volume qui doit être en fonctionnement, libre de tels composants, ce volume étant détecté selon un procédé de détection par écho d'impulsion à l'aide d'un champ ultra-sonore à très faible ouverture, pour l'ensemble de la zone de localisation, utilisant comme écho de référence une partie de l'énergie ultra-sonore réfléchie par la paroi délimitant la zone de localisation.

De telles installations sont nécessaires, par exemple, pour le fonctionnement des réacteurs nucléaires, lorsqu'après le remplacement ou la manipulation d'éléments combustibles dans le réacteur refroidi par un métal liquide, ou de façon générale lors du montage ou du démontage d'éléments du noyau, il faut contrôler le volume compris entre le bord supérieur du noyau et le côté inférieur de la plaque portant les instruments, pour vérifier la présence d'éléments ou de composants, qui dépassent par rapport à une certaine hauteur de consigne. A côté des éléments combustibles, il peut également s'agir de parties d'appareillage de mesure, de commande ou d'expérimentation, dont on ne peut éviter le risque d'endommagement lors du basculement de la plaque portant les instruments, que si l'on respecte certaines distances.

On a déjà proposé pour satisfaire à cette condition, de détecter le volume compris entre le bord supérieur du noyau et la plaque portant les instruments, à l'aide d'une barre basculant horizontalement. Ce bras de détection mécanique nécessite toutefois une installation mécanique onéreuse munie d'une installation de commande. Un inconvénient serait également que ce procédé ne permette qu'une détermination angulaire, ne permettant la constatation que d'une seule erreur sans permettre de vitesse de mesure importante.

On connaît également un autre procédé qui présente les mêmes inconvénients. Selon ce procédé, on utilise un émetteur à ultra-sons et un récepteur à ultra-sons distinct dans l'espace de l'émetteur à ultra-sons ; les têtes à ultra-sons se trouvent en dehors de la zone de locali-

sation soumise aux conditions physiques extrêmes, à l'extrémité supérieure d'un guide d'onde rempli de métal liquide, dont l'extrémité inférieure comporte un dispositif de déviation pour les ondes ultra-sonores. En plus, des moyens électromagnétiques importants, l'inconvénient est notamment la faible précision de mesure et la zone morte, inévitable dans le détecteur, résultant du guide d'onde, liquide.

La présente invention a pour but de créer une installation permettant de contrôler le volume rempli d'un moyen de refroidissement constitué par du métal liquide, au-dessus du noyau du réacteur et en-dessous du couvercle, pour déterminer les composants dépassant par rapport à un certain plan, et détecter les coordonnées de ces composants, suivant une grande vitesse de mesure et avec une précision importante.

A cet effet, la présente invention concerne une installation du type ci-dessus, caractérisée en ce qu'elle comporte un tube de mesure à extrémité inférieure fermée, dont l'axe vertical traverse le couvercle du réacteur au bord de la zone de localisation, et dont l'extrémité inférieure comporte dans la paroi au moins une tête à ultra-sons pour créer un champ ultra-sonore et pour recevoir le champ émis par un composant à localiser et/ou l'énergie ultra-sonore réfléchie par la paroi de la zone de localisation, ainsi qu'un dispositif de déplacement du tube de mesure dans la direction verticale et/ou pour le pivotement du tube de mesure autour de son axe longitudinal étant prévu sur la tête du tube de mesure.

Le tube de mesure permet de façon simple la protection du convertisseur à ultra-sons et du câble coaxial reliant ce convertisseur au générateur haute fréquence, vis-à-vis du métal liquide ; le tube de mesure crée en outre la condition pour que l'installation servant à déplacer le convertisseur à ultra-sons puisse être prévue au-dessus du couvercle du réacteur, c'est-à-dire dans une zone de charge en température et en rayonnement, notablement plus faible.

Le déplacement du convertisseur à ultra-sons suivant l'axe vertical longitudinal du tube de mesure n'est pas nécessaire, si pour la détection de la zone de localisation, on superpose plusieurs têtes à ultra-sons

dans la paroi du tube de mesure.

Les avantages de l'invention résident notamment dans le fait qu'à l'aide de moyens multiples on arrive à une surveillance particulièrement sûre du volume au-dessus du noyau du réacteur et en cas d'incident, à une indication complète de la position d'un composant pénétrant dans le volume contrôlé, ce positionnement se faisant en coordonnées polaires ; on connaît ainsi l'angle et la distance par rapport au détecteur. Cela permet également de déterminer le diamètre d'un point où il y a un incident et le cas échéant la constatation simultanée de plusieurs zones d'incident. L'installation selon l'invention se caractérise par sa vitesse de mesure et sa précision de mesure élevées ; sa commande et son entretien sont simples.

La présente invention est décrite plus en détail à l'aide d'un exemple représenté schématiquement dans les dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une coupe simplifiée d'un réacteur nucléaire.

- la figure 2 représente le principe de fonctionnement de l'invention.

- la figure 3 est une image sur écran cathodique pour des signaux aux ultra-sons.

- la figure 4 est une partie d'un tube de mesure et d'une tête à ultra-sons.

- la figure 5 représente un détecteur aux ultra-sons  $\text{LiNbO}_3$ , pour travailler à des très hautes températures.

La figure 1 représente une coupe verticale très simplifiée d'une cuve de réacteur 1, dont la zone périphérique est munie d'un tube de mesure 2 comportant une tête à ultra-sons 3, munie d'un dispositif 4 permettant son réglage dans la direction verticale et sa rotation autour d'un axe vertical.

Le convertisseur piézoélectrique 5 de la tête à ultra-sons 3 est relié à un câble coaxial 6 logé à l'intérieur du tube de mesure 2, en étant raccordé à un générateur 8 placé au-dessus du couvercle 7 du réacteur, et les impulsions ultra-sonores 9 émises passent dans le métal liquide (par exemple du sodium) remplissant la chambre 10 au-dessus

du corps 11 du réacteur (zone de localisation).

La figure 2 est une coupe horizontale de la cuve 1 du réacteur et la figure 3 est un schéma sur tube cathodique des signaux ultra-sonores, d'une gaine d'un élément combustible. La tête à ultra-sons 3 émet un champ ultra-sonore 12, très fortement regroupé. Lorsque les impulsions ultra-sonores 9 tombent sur un obstacle 13, une partie de l'énergie des impulsions est réfléchie comme écho parasite principal 14. Lorsque l'obstacle 13 est par exemple un tube, la paroi intérieure du tube réfléchit également une fraction de l'énergie de l'impulsion qui a pénétré à l'intérieur du tube, comme écho parasite de la paroi arrière 15 et cet écho correspond à un temps de parcours de l'impulsion réfléchie, supérieur au temps de parcours global.

Dans la mesure où il n'existe aucune partie en saillie par rapport au noyau composite, c'est-à-dire que la zone de localisation est libre, l'énergie ultra-sonore réfléchie par la paroi intérieure de la cuve 1 du réacteur, constitue l'écho de référence 16. Cet écho permet de corriger les déviations de temps de trajet des impulsions ultra-sonores dans le métal liquide.

Lorsque la distance entre le convertisseur ultra-sonore 3 et l'obstacle 13 correspond à la grandeur  $r_1$ , si  $c$  représente la vitesse du son dans le métal liquide, le temps de parcours de l'écho parasite principal 14 est égal à  $t_1 = r_1/c$ . L'écho parasite de la paroi arrière 15 arrive sur le convertisseur ultra-sonore 3 avec un retard égal à  $t_2 = d/c$ , cet écho correspondant à la paroi arrière du tube de diamètre  $d$ . L'écho de référence 16 a un temps de parcours égal à  $t_3 = r_0/c$ ,  $r_0$  correspondant à la distance entre le convertisseur aux ultra-sons 3 et la paroi intérieure de la cuve 1 du réacteur.

Le temps de trajet  $t_1$  et l'angle  $\varphi$  suivant lequel le convertisseur ultra-sonore est tourné par rapport à sa position de repère (position de zéro) permet de déterminer les coordonnées d'un composant 13, en saillie dans la zone de localisation. Le temps de trajet  $t_3$  de l'écho de référence 16 donne le signal de tarage pour déterminer le temps de trajet, car la distance  $r_0$  est connue pour chaque incrément de réglage angulaire  $\varphi$ . La valeur  $t_2$  est une

indication de la grandeur de l'objet parasite par exemple de l'épaisseur de la paroi et du diamètre du tube.

Pour détecter rapidement la zone de localisation, le convertisseur à ultra-sons et le tube de mesure 2 peuvent être tournés autour de leur axe vertical à l'aide d'un dispositif de rotation 4, et suivant une vitesse angulaire  $\omega$ .

La figure 4 représente la structure de principe de la tête à ultra-sons 3, fixée à l'extrémité d'un tube de mesure 2 rempli d'un gaz de protection. La tête à ultra-sons 3 se compose essentiellement d'un boîtier en acier inoxydable 17, en forme de pot, dont la partie centrale est constituée par un diaphragme 18 en forme de disque, et la paroi intérieure tournée vers le tube de mesure 2, est reliée solidairement à un convertisseur piézoélectrique 5. Le diaphragme 18 est découplé acoustiquement par rapport au boîtier 17 prévu sur la paroi du tube de protection 2, par une entaille 19. Le câble coaxial 6 est réalisé à la manière d'un conducteur thermo-électrique et se compose d'une gaine en acier inoxydable 20 ainsi que d'un conducteur central 21 isolé par rapport à la gaine par un oxyde métallique. Le tube de mesure 2 est rempli de gaz inerte 22 comme par exemple de l'argon ou de l'hélium constituant le gaz protecteur.

La figure 5 est un exemple de réalisation d'une tête à ultra-sons destinée au domaine des hautes températures. Le convertisseur piézoélectrique 5 se compose d'un cristal de lithium et de niobium  $\text{LiNbO}_3$  résistant au rayonnement avec des mono-isotopes  $^7\text{Li}$  ou d'une composition naturelle  $^6\text{Li}$  avec  $\text{Li}$ . Le cristal est revêtu sur ses deux faces d'une feuille d'or 23 et est poussé par un ressort Belleville 24 et une vis de pressage 25 contre le diaphragme 18. Le conducteur central 21 du câble à haute température 6 est soudé à la pointe d'une électrode conique 26 qui est isolée par rapport au ressort Belleville 24 par un isolant annulaire 27. Le câble à haute température 6 traverse un perçage 26 de la vis de pression 25 et est soudé sur la paroi du tube de mesure.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation ci-dessus décrits et représentés, à partir desquels on pourra prévoir d'autres modes et d'autres formes de réalisation, sans pour cela sortir du cadre de l'invention.

RE V E N D I C A T I O N S

## 1°) Installation pour la dé-

tection et la localisation d'un composant qui vient en saillie dans un volume rempli au moins partiellement (zone de localisation) par un milieu liquide et opaque à une température de quelques centaines de degrés Celsius, volume qui doit être en fonctionnement, libre de tels composants, ce volume étant détecté selon un procédé de détection par écho d'impulsion à l'aide d'un champ ultra-sonore à très faible ouverture, pour l'ensemble de la zone de localisation, utilisant comme écho de référence une partie de l'énergie ultra-sonore réfléchie par la paroi délimitant la zone de localisation, installation caractérisée en ce qu'elle comporte un tube de mesure (2) à extrémité inférieure fermée, dont l'axe vertical traverse le couvercle du réacteur au bord de la zone de localisation, et dont l'extrémité inférieure comporte dans la paroi au moins une tête à ultra-sons (3) pour créer un champ ultra-sonore (12) et pour recevoir le champ émis par un composant (13) à localiser et/ou l'énergie ultra-sonore réfléchie par la paroi de la zone de localisation, ainsi qu'un dispositif (4) de déplacement du tube de mesure dans la direction verticale et/ou pour le pivotement du tube de mesure autour de son axe longitudinal étant prévu sur la tête du tube de mesure (2).

## 2°) Installation selon la re-

vendication 1, caractérisée en ce que pour la détection simultanée de la zone de localisation, on a prévu plusieurs têtes à ultra-sons (3), superposées verticalement, dans la paroi du tube de mesure (2).

## 3°) Installation selon l'une

quelconque des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la tête à ultra-sons (3) se compose essentiellement d'un boîtier (17) solidaire du tube de mesure (2), muni d'un diaphragme (18) découplé acoustiquement par rapport au boîtier ainsi que d'un convertisseur piézoélectrique (5) en forme de disque, solidaire du diaphragme (18).

## 4°) Installation selon la re-

vendication 3, caractérisée en ce que le convertisseur piézoélectrique (5) est un monocristal de niobat de lithium ( $\text{LiNbO}_3$ ), utilisant du lithium sous sa forme de monoisomère ( $^7\text{Li}$ ).

## 5°) Installation selon l'une

quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le convertisseur piézoélectrique est relié à un générateur de haute fréquence (8) par l'intermédiaire d'un câble coaxial (6) passant dans le tube de mesure (2), le câble coaxial (6) étant réalisé à la manière d'un conducteur thermo-électrique, 5 formé d'une gaine métallique (20) et d'un conducteur central (21) isolé de la gaine par un oxyde métallique.

6°) Installation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le 10 tube de mesure (2) est rempli d'un gaz-inerte (22) constituant un gaz de protection.



Fig.1

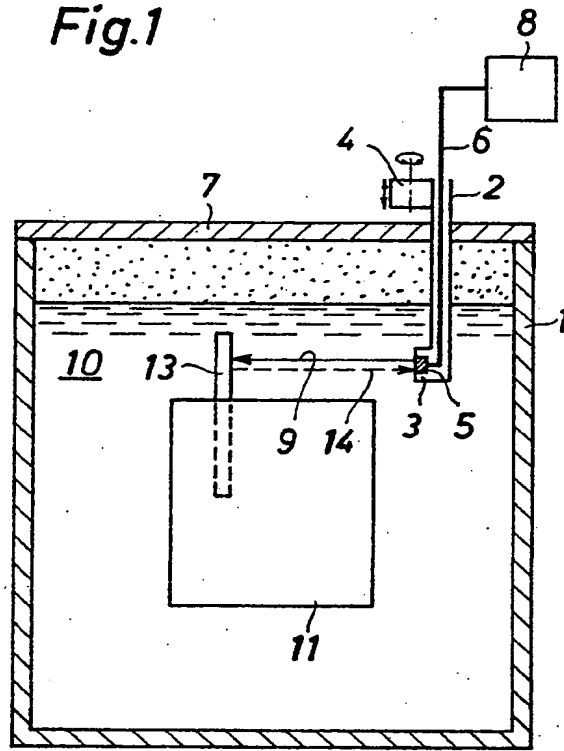


Fig.2

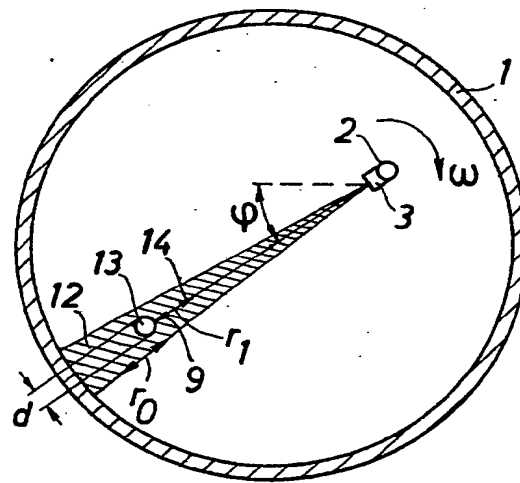


Fig.3

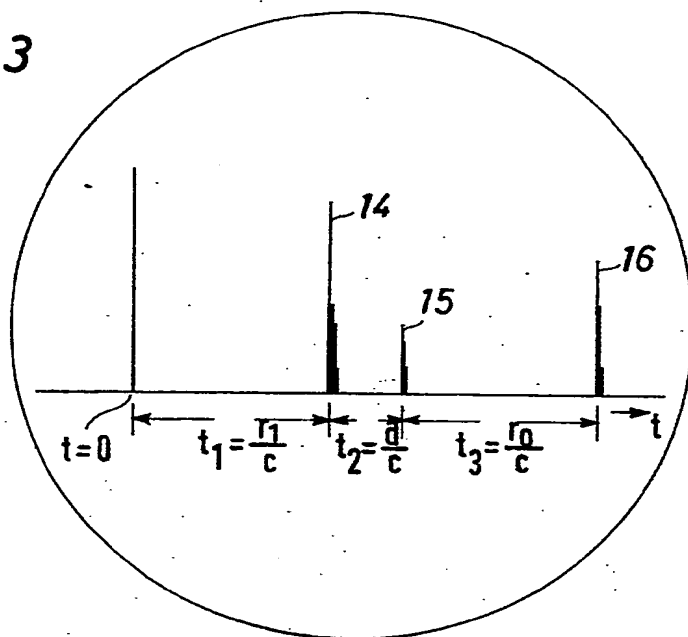


Fig.4

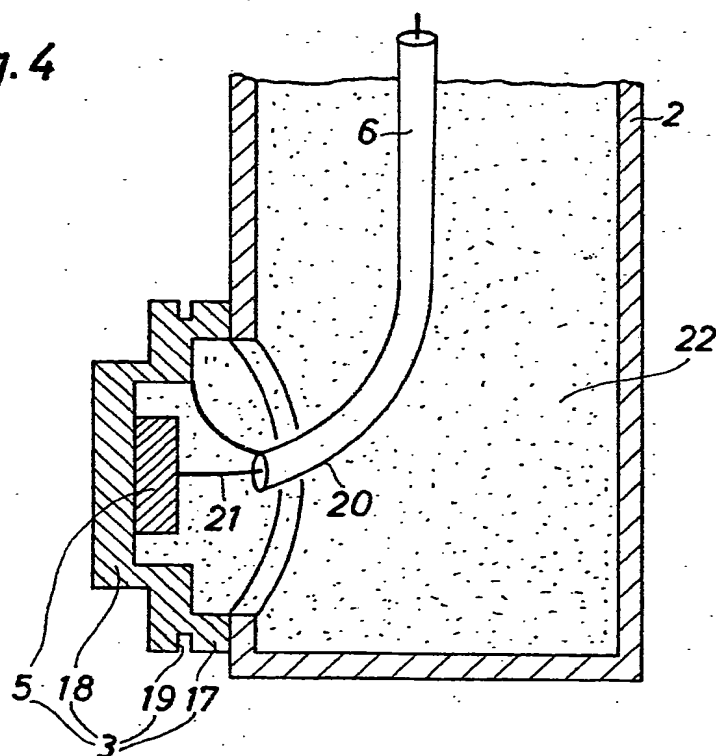
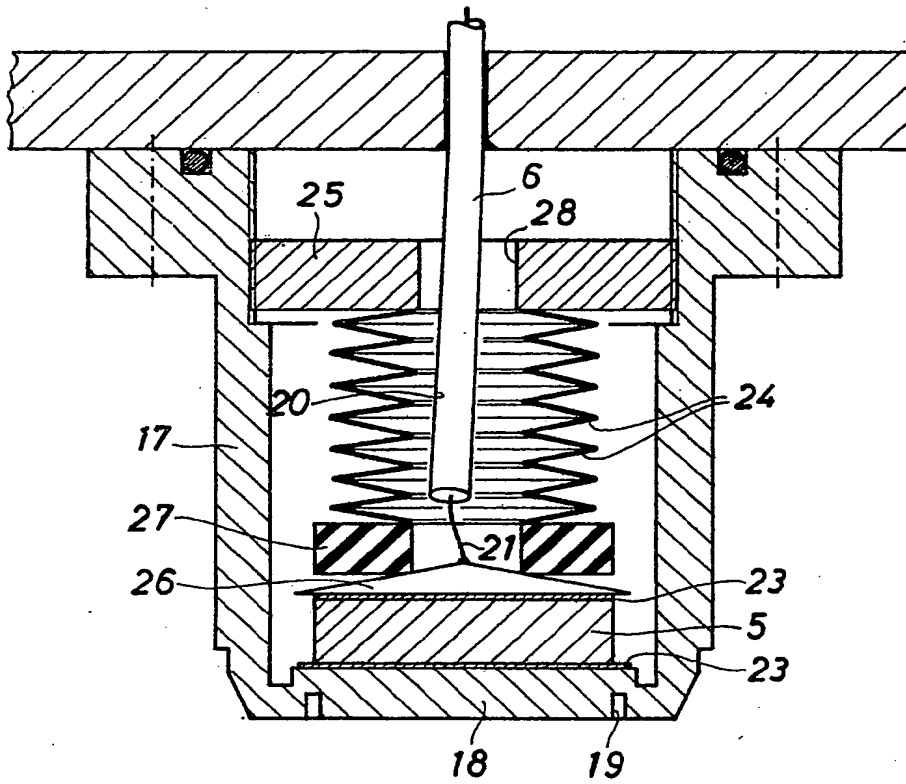


Fig.5



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**